

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-291114

(43)Date of publication of application : 05.11.1993

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
G03F 7/20  
G03F 7/20

(21)Application number : 04-084408 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

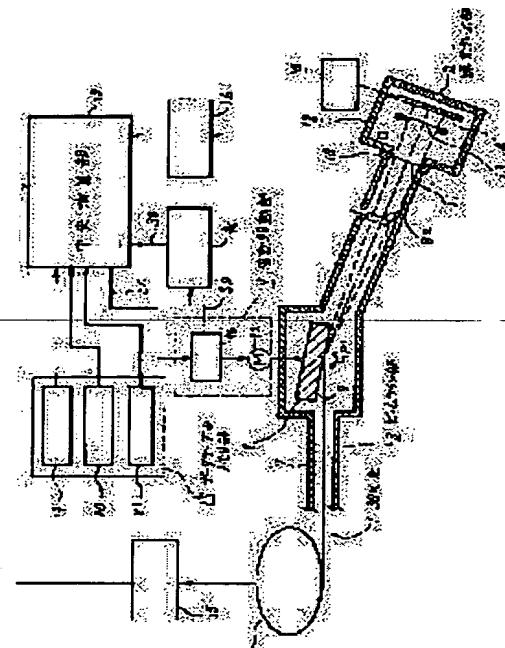
(22)Date of filing : 07.04.1992 (72)Inventor : OGAWA KIYOSHI

## (54) ALIGNER

### (57)Abstract:

PURPOSE: To make irradiation power density constant, by correcting the change of gas concentration in an exposure chamber, the change with time of current value of an electron storage ring, the change of reflection factor due to the oblique incident angle of synchrotron radiation light (SOR light) in a swing mirror, and the fluctuation caused by the change of beam spot size.

CONSTITUTION: When an X-ray shutter 8a is opened, synchrotron radiation light (SOR light) 1 is introduced into a beam line part 3 under an ultra-high vacuum. At the same time, a control signal SA is applied to a driver 9b of a swing driving part 9 from a central operating part 18. In the central operating part 18, the swing angular velocity to the swing angle  $\theta$  of a swing mirror 8 is calculated in real time, and the control signal SA is so outputted that the swing mirror 8 is driven at the calculated swing angular velocity. As the result, the swing angular velocity  $\omega$  of the swing mirror 8 is sequentially changed so as to correct the 'fluctuation' of exposure amount. Thereby the irradiation power density is made constant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of

[rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3090372

[Date of registration] 21.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 21.07.2004

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-291114

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

|   |                 |                                      |     |                              |
|---|-----------------|--------------------------------------|-----|------------------------------|
| (51)Int.Cl <sup>5</sup><br>H 01 L 21/027<br>G 03 F 7/20 | 識別記号 503<br>521 | 序内整理番号 7818-2H<br>7818-2H<br>7352-4M | F I | 技術表示箇所<br>H 01 L 21/30 331 A |
|---|-----------------|--------------------------------------|-----|------------------------------|

審査請求 実請求 請求項の数1(全6頁)

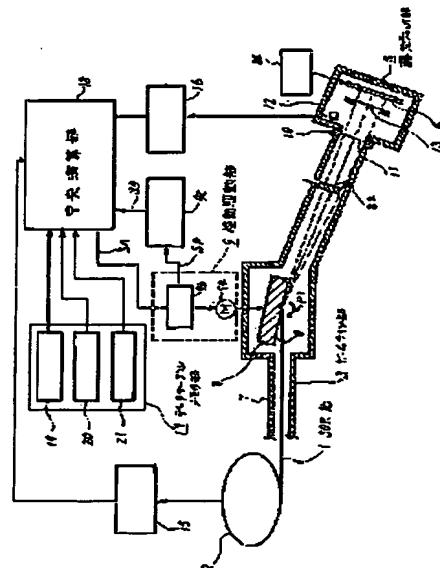
|                        |   |
|------------------------|---|
| (21)出願番号 特願平4-84408    | (71)出願人 000003078<br>株式会社東芝<br>神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 |
| (22)出願日 平成4年(1992)4月7日 | (72)発明者 小川 深<br>神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝磁子工場内  |
|                        | (74)代理人 弁理士 則近 慎佑                               |
|                        |   |

## (54)【発明の名称】露光装置

## (57)【要約】(修正有)

【構成】本発明の露光装置は、振動ミラー8の振動角及び露光チャンバ部5内の気体濃度及び電子蓄積リング2の電流値の諸データをリアルタイムで検出するとともに、これらの諸データと、あらかじめ設定されている振動ミラー8の振動角速度算出式に基づき最適な振動ミラー8の振動角速度を決定し、この振動角速度で振動ミラー8をリアルタイムで可変的に駆動するものである。

【効果】上記構成を有する露光装置は、<イ>露光チャンバ部内の気体濃度の変化、<ロ>電子蓄積リングの電流値の経時変化、<ハ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角による反射率の変化、<ニ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角によるビームスポットサイズの変化、による露光量の変動を補償して、照射パワー密度が一定になるように均一に露光することができるようになる。



特開平5-291114

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】下記構成を備えることを特徴とする露光装置。

(イ) SOR光を発生する電子蓄積リング。

(ロ) 上記電子蓄積リングから放射されたSOR光を超高真空中にて垂直方向に走査する振動ミラーを有するビームライン部。

(ハ) 内部に気体が充填され且つ被露光体を取扱してこの被露光体に上記ビームライン部から導入されたSOR光を照射させる露光チャンバ部。

(ニ) 上記振動ミラーの振動角を検出する振動角検出手段と、上記露光チャンバ部内の気体濃度を検出する気体濃度検出手段と、上記電子蓄積リングの電流値をリアルタイムで検出する電流値検出手段と、上記振動角に対する上記SOR光の上記振動ミラーにおける反射率との関係を示す第1パターンテーブルが格納されている第1パターンテーブルメモリと、上記振動角に対する上記被露光体における上記SOR光のビームスポット面積を示す第2パターンテーブルが格納されている第2パターンテーブルメモリと、上記気体濃度に対する上記SOR光の強度変化を示す第3パターンテーブルが格納されている第3パターンテーブルメモリと、上記振動角検出手段により検出された振動角及び上記気体濃度検出手段により検出された気体濃度及び上記電流値検出手段により検出された電流値及び第1パターンテーブルメモリに格納されている第1パターンテーブル及び上記第2パターンテーブルメモリ及び上記第3パターンテーブルに格納されている第3パターンテーブルに基づいて最適な振動角速度を決定しこの決定した振動角速度で上記振動ミラーをリアルタイムで可変的に駆動する走査制御部。

【発明の詳細な説明】

【発明の目的】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、SOR(シンクロトロン放射)光を用いた例えば半導体装置製造用の露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、従来のSOR光を用いた露光装置を示している。この露光装置においては、電子蓄積リングAから取り出されたSOR光Bは、超高真空に保たれたビームラインCに導かれる。このビームラインCに導かれたSOR光Bを露光用いる場合は、露光チャンバDに設けたX線マスクEと基板Fに対して照射する。しかし、SOR光Bは垂直方向の拡がり角が狭いため、SOR光Bを垂直方向に走査する必要がある。そこで、ビームラインC中にミラーGを設け、これを振動することにより必要な領域にSOR光Bを照射することが行われている。

【0003】ところで、ミラーGに対するSOR光Bの

2

斜入射角と、このミラーGにおけるSOR光Bの反射率とは、斜入射角がわずかに増加しただけでSOR光Bの反射率が急激に減少する関係にある。また、SOR光Bを集光(コリメート)するためにミラーGとして例えばトロイダルミラーのような非球面ミラーを用いる場合は、X線マスクE上におけるSOR光Bのスポットサイズ(面積)が、SOR光Bの斜入射角とともに変化する。また、電子蓄積リングAは、その蓄積電流値Iが時間とともに変化する。すなわち、蓄積電流値は、時間の経過とともに減少する。さらに、露光チャンバD内における気体(Heなど)の濃度変化により、X線マスクEに達するSOR光Bの強度が変化する。このように、X線マスクEに照射されるSOR光Bの強度は、さまざまな要因により複雑に変動し、この変動が基板Fの露光精度を低下させている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の露光装置は、SOR光のパワー密度が変動するため、基板上の露光量が不均一となる結果、露光パターンも均一でなくなる。

【0005】この発明は、上記事情を顧慮してなされたもので、上述した従来の露光装置がもっている技術的課題を解決し、均一に露光することが可能な露光装置を提供することを目的とする。

【発明の構成】

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の露光装置は、振動ミラーの振動角及び露光チャンバ部内の気体濃度及び電子蓄積リングの電流値の諸データをリアルタイムで検出するとともに、これらの諸データと、あらかじめ設定されている振動ミラーの振動角速度算出式に基づき最適な振動ミラーの振動角速度を決定し、この振動角速度で振動ミラーをリアルタイムで可変的に駆動するようにしたものである。

【0007】

【作用】上記構成を有する露光装置は、<イ>露光チャンバ内部の気体濃度の変化、<ロ>電子蓄積リングの電流値の経時変化、<ハ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角による反射率の変化、<ニ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角によるビームスポットサイズの変化、による露光量の変動を補償して、照射パワー密度が一定になるよう均一に露光ができるようになる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳述する。

【0009】図1は、この実施例の露光装置を示している。この露光装置は、SOR光1を発生する電子蓄積リング2と、この電子蓄積リング2から放射されたSOR光1を超高真空中にて室内し垂直方向に走査するビームライン部3と、例えばPMMAなどのレジスト膜R(厚

(3)

特開平5-291114

3

き例えは最大 $1 \mu\text{m}$ 程度)が被着された例えはシリコン・ウェハなどの基板4を収納する露光チャンバ部らと、基板4におけるSOR光1による露光量が常に一定となるようにビームライン部3におけるSOR光1の走査を制御する走査制御部6とからなっている。しかして、電子蓄積リング2は、例えは、図示せぬが、弱集束型の半体遮電導透石、電子ビーム入射機構、曲管空洞による高周波加速システムおよびクライオポンプ内蔵複合多室構造の超高真空槽からなっている。そして、この電子蓄積リング2の主なパラメータである蓄積エネルギーは例えは $700 \text{ MeV}$ 程度、電流は例えは $100 \text{ mA}$ 程度である。さらに、ビームライン部3は、一端部が電子蓄積リング2に連絡され内部が超高真空状態に真空引きされるパイプ7と、このパイプ7の中間部に振動自在(矢印P1方向)に配設された例えはトロイダルミラーなどのような非球面ミラーなどからなる振動ミラー8と、この振動ミラー8を振動駆動する振動駆動部9と、パイプ7の他端部に取付けられたSOR光取出窓部10と、このSOR光取出窓部10と振動ミラー8との間に開閉自在に設けられSOR光1を適時に露光チャンバ部5側に投射させるX線シャッタ8aとからなっている。ここで振動ミラー8は、いわゆる斜入射ミラーであって、SOR光1を例えは $1^\circ \sim 3^\circ$ の範囲内で入射させるように設けられている。また、SOR光取出窓部10は、厚さ例えは $30 \mu\text{m}$ のBe窓11を有している。このBe窓11の大きさは、振動ミラー8により走査されたSOR光1をすべて透過させることができる大きさに設定されている。さらに、振動駆動部9は、その振動軸に振動ミラー8が取付けられたステップモータ9aと、このステップモータ9aに駆動制御のためのパルス信号SPを印加するドライバ9bとを有している。一方、露光チャンバ部5は、パイプ7の他端部を内部に気密に格納するチャンバ12と、Be窓11に対向して設けられ且つX線マスク13及び基板4を例えは最大 $50 \mu\text{m}$ の間隔で離隔させた状態で保持するとともにSOR光1による露光位置を適宜変更させるためのステップ移動を行う位置決めテーブル機構14とからなっている。しかし、チャンバ12内は、例えは1気圧のヘリウム(He)気体が充填されている。しかし、不純物として酸素(O<sub>2</sub>)も含有している。したがって、チャンバ12内にては、真空中と異なり、位置決めテーブル機構14の材質や構造に制約を受けない。さらに、走査制御部6は、電子蓄積リング2の電流値Iを検出する蓄積電流値検出部15と、チャンバ12内の駆動気体濃度Dを検出する気体濃度検出部16と、パルス信号SPを入力し振動ミラー8の振動角θを示す振動角信号Sθを出力する振動角信号出力手段9cと、各種データテーブルが格納されたデータテーブルメモリ部17と、上記蓄積電流値検出部15にて検出された電流値I及び気体濃度検出部16にて検出された駆動気体濃度D及び振動角信号出力手段9cから

4

出力された振動角θ並びにパターンテーブルメモリ部17に格納されている各種パターンテーブルに基づいて振動ミラー8の最適な振動角速度ωを算出しこの算出結果に基づいて振動駆動部9を制御する中央演算部18とかくなっている。しかし、パターンテーブルメモリ部17は、図2に示すSOR光1の振動ミラー8への斜入射角θと反射率P(θ)との関係を示すパターンテーブルが格納された第1パターンテーブルメモリ19と、図3に示すSOR光1の振動ミラー8への斜入射角θと基板4上におけるビームスポットサイズA(θ)との関係を示すパターンテーブルが格納された第2パターンテーブルメモリ20と、図4に示す酸素気体濃度Dと基板4に到達したSOR光1の強度H(D)との関係を示すパターンテーブルが格納された第3パターンテーブルメモリ21とかくなっている。ここで、反射率P(θ)は、次式(1)で表すことができる。

$$P(\theta) = P_1 / P_2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

【0010】ただし、P1は振動ミラー8への入射SOR光1の強度、P2は振動ミラー8にて反射した出射SOR光1の強度である。また、ビームスポットサイズA(θ)は、次式(2)で表すことができる。

$$A(\theta) = A_1 / A_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

【0011】ただし、A2はSOR光1が基準となる斜入射角θ0で振動ミラー8に入射したときのビームスポットサイズ、また、A1はSOR光1が基準となる斜入射角θ0で振動ミラー8に入射したときのビームスポットサイズである。さらに、中央演算部18は、後述する手順で、振動駆動部9を基板4に到達するSOR光1の強度が常に一定となるように、即ち、SOR光1により基板4を常に均一に露光することができるよう、制御するよう設定されている。つぎに、上記構成の露光装置の作動について説明する。

【0012】まず、X線シャッタ8aを開成すると、電子蓄積リング2にて発生したSOR光1は、超高真空中のビームライン部3に導入される。これと同時に中央演算部18からは制御信号SAが振動駆動部9のドライバ9bに印加される。すると、このドライバ9bからは、制御信号SAに従ってパルス信号SPがステップモータ9aに印加される。しかし、このステップモータ9aは、パルス信号SPに従って所定の振動角速度ωで矢印P1方向に振動する。一方、ドライバ9bからのパルス信号SPは、振動角信号出力手段9cにも出力される。そして、このパルス信号SPを入力した振動角信号出力手段9cでは、パルス信号SPが振動ミラー8の振動角θに変換される。ついで、振動角信号出力手段9cからは、振動角θを示す振動角信号Sθが中央演算部18に出力される。この振動角信号Sθを入力した中央演算部18にては、基板4上における露光量が最適となる振動角速度ωを次式(3)により算出する。

50

(4)

特開平5-291114

5

$$\omega = K \cdot \{P(\theta) / A(\theta)\} \cdot (I/I_0) \cdot H(D) \quad \dots (3)$$

【0013】ただし、 $P(\theta)$ は、前述したように、振動ミラー8におけるSOR光1の反射率であって、式(1)で表される。この $P(\theta)$ は、振動角信号出力手段9cから出力された振動角 $\theta$ に基づき第1パターンテーブルメモリ19に格納されているパターンテーブルにより算出される。また、 $A(\theta)$ は、前述したように、SOR光1の基板4上におけるビームスポットサイズAであって、振動角信号出力手段9cから出力された振動角 $\theta$ に基づき第2パターンテーブルメモリ20に格納されているパターンテーブルにより算出される。さらに、 $H(D)$ は、基板4に到達したSOR光1の強度H

(D)であって、第3パターンテーブルメモリ21に格納される。

【0014】ただし、 $E_d$ は、露光面のエネルギー密度である。すなわち、式(3)は、露光面のエネルギー密度Eを一定としたときに振動角速度 $\omega$ について解いたときの式である。なお、振動ミラー8の振動量△θは、あらかじめθ1とθ2との間に設定されている。かくして、中央演算部18にては、θ1からθ2まで、振動ミラー8の振動角 $\theta$ に対する振動角速度 $\omega$ をリアルタイムにて算出し、この算出した振動角速度 $\omega$ で振動ミラー8が振動するようにより制御信号SAを出力する。

【0015】その結果、振動ミラー8は、一定の振動角速度ではなく、<イ>酸素気体濃度Dの変化、<ロ>電子蓄積リング2の電流値Iの経時変化、<ハ>振動ミラー8へのSOR光1の斜入射角θによる反射率P(θ)の変化、<ニ>振動ミラー8へのSOR光1の斜入射角θによる露光量の「ゆらぎ」を補償するように、逐次にその振動角速度 $\omega$ が変化する。これにより、テーブル機構14により逐次位置決めされている基板4上のレジスト膜Rは、X線マスク13を介して、照射パワー密度が一定になるように均一に露光される。

【0016】なお、上記実施例においては、振動角 $\theta$ を示す信号Sθをパルス信号SPに基づいて振動角信号出力手段9cにて得ているが、中央演算部18からは制御信号SAそのものを利用して、振動ミラー8の振動角 $\theta$ を検出し、露光量が最適となる振動角速度 $\omega$ をリアルタイムで算出するようにしてもよい。さらに、上記実施例においては、Be窓11は固定する方式について例示しているが、Be窓11は振動ミラー8の振動に同期して上下方向(SOR光1の走査方向)に振動するようにしてもよい。この場合、Be窓11の厚さを薄くすることができるため、Be窓11によるSOR光1の吸収を少なくすることができるようになり、スループットが向上する利点を有している。ただし、この場合は、最適と

6

\* 納されているパターンテーブルにより算出される。さらに、Iは、経過時間tのときの電子蓄積リング2の電流値、また、I<sub>0</sub>は基準電流値である(図5参照)。なお、電子蓄積リング2の電流値は、時間の経過とともに減少する傾向を有している。さらに、Kは、露光面密度を決定する比例定数である。この式(3)は、基板4上における露光量を常に一定とするためには、振動角速度 $\omega$ とA( $\theta$ )は、反比例関係にあることを示している。また、P( $\theta$ )、I/I<sub>0</sub>及びH(D)は、比例関係にあることを示している。このような(3)は、次式(4)により導入されたものである。

$$E_d = K \cdot \{P(\theta) / A(\theta)\} \cdot (I/I_0) \cdot H(D) \cdot (1/\omega) \dots (4)$$

なる振動角速度 $\omega$ に同期してBe窓11の振動を制御するようにしなければならない。

【0017】

【発明の筋】本発明の露光装置は、振動ミラーの振動角及び露光チャンバ部内の気体濃度及び電子蓄積リングの電流値の諸データをリアルタイムで検出するとともに、これらの諸データと、あらかじめ設定されている振動ミラーの振動角速度算出式に基づき最適な振動ミラーの振動角速度を決定し、この振動角速度で振動ミラーをリアルタイムで可変的に駆動するようにしたので、<イ>露光チャンバ部内の気体濃度の変化、<ロ>電子蓄積リングの電流値の経時変化、<ハ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角による反射率の変化、<ニ>振動ミラーへのSOR光の斜入射角によるビームスポットサイズの変化、による露光量の変動を補償して、照射パワー密度が一定になるように均一に露光することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の露光装置の全体を示す斜視図である。

【図2】SOR光の振動ミラーへの斜入射角と反射率との関係を示すグラフである。

【図3】SOR光の振動ミラーへの斜入射角と基板上におけるビームスポットサイズとの関係を示す

【図4】酸素気体濃度と基板に到達したSOR光の強度との関係を示すグラフである。

【図5】電子蓄積リングの電流値の経時的変化を示すグラフである。

【図6】従来技術の説明図である。

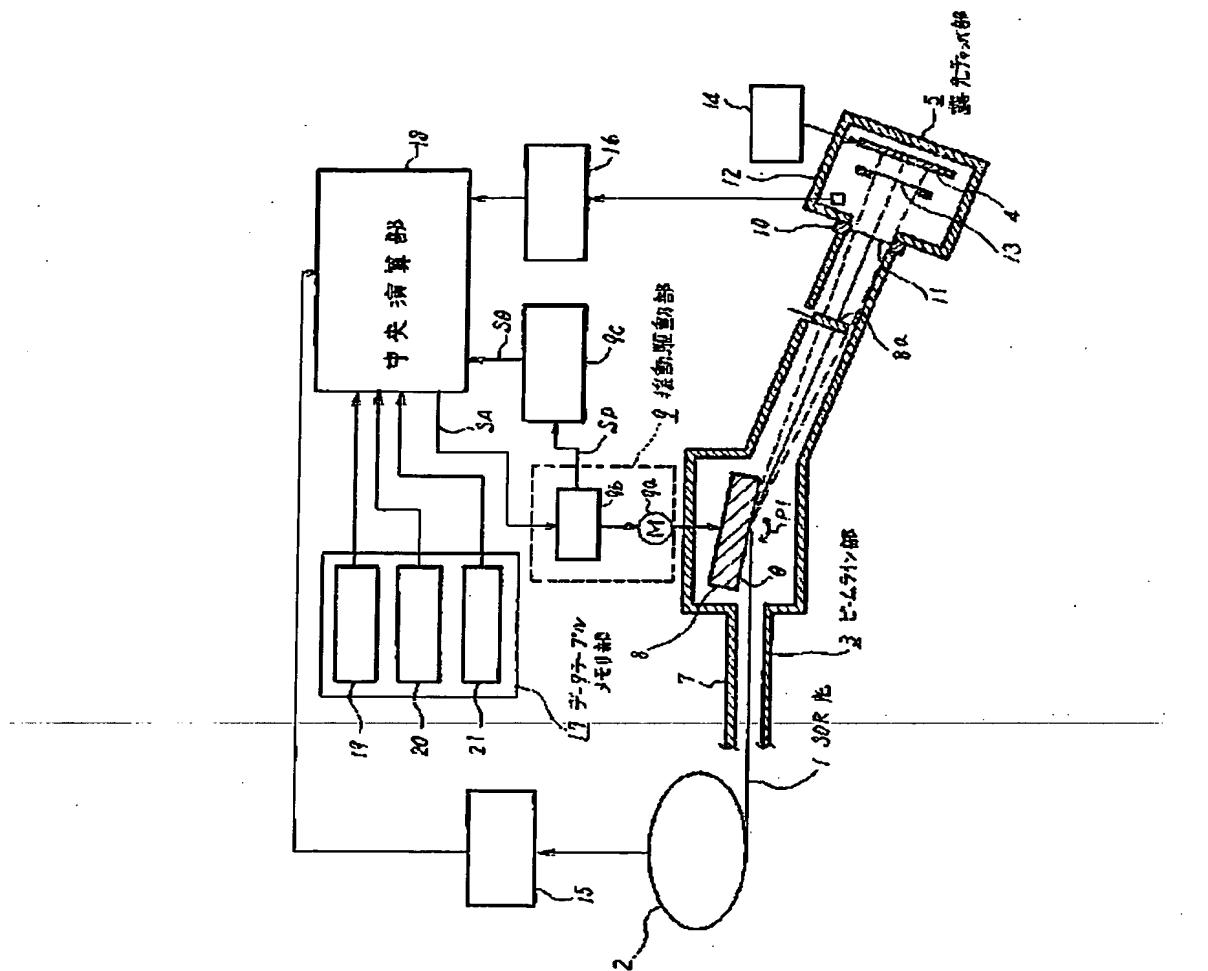
【符号の説明】

1: SOR光、2: 電子蓄積リング、3: ビームライン部、4: 基板、5: 露光チャンバ部、6: 走査制御部、8: 振動ミラー。

(5)

特開平5-291114

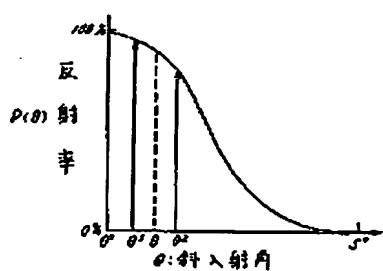
[回1]



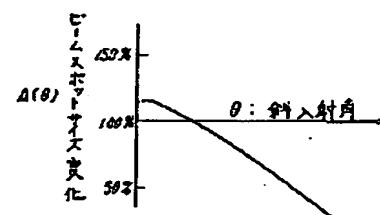
(5)

特開平5-291114

[図2]

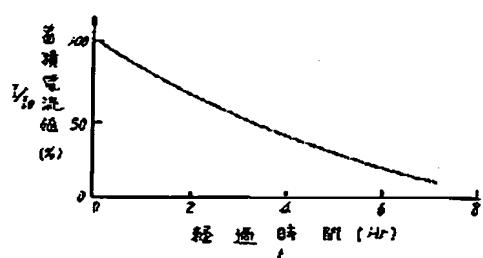
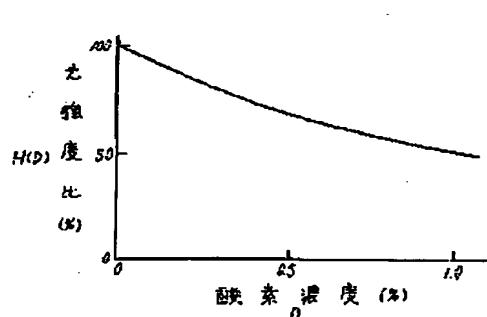


[図3]

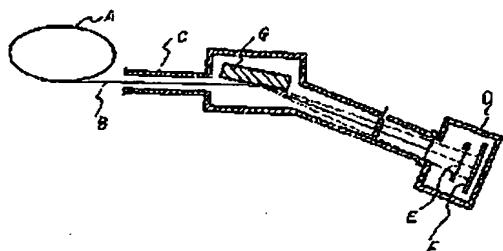


[図5]

[図4]



[図6]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**